

# Einige Erfahrungen im Lehnbau an der Südrampe der Lötschbergbahn

Autor(en): **Andreae, C.**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Schweizerische Bauzeitung**

Band (Jahr): **67/68 (1916)**

Heft 20

PDF erstellt am: **08.08.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-33007>

## **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern. Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

## **Haftungsausschluss**

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

## Einige Erfahrungen im Lehnbau an der Südrampe der Lötschbergbahn.

Von Oberingenieur C. Andreat, Naters.

(Fortsetzung von Seite 228.)

In der Rhonetalstrecke ist der mächtigste Lawinenzug der *Lüegelkinn* (Km. 40,5) kurz unterhalb der Station Hoh-  
tenn (auch „Hothen“ geschrieben). Nur selten geht diese  
Lawine nieder und zwar als nasse Grundlawine. Während  
der sechsjährigen Bauperiode kam sie nur einmal, am  
20. Januar 1910, damals allerdings gewaltig, u. a. eine  
Dienstbahnbrücke wegweisend. Dieser Zug wird auf einem  
50 m hohen Viadukt mit fünf Oeffnungen zu 20 m l. W.  
überbrückt, der der Lawine freien Durchgang lässt (Abb. 21).  
Wegen eines kleinen Lawinenzuges musste auch das Portal,  
Seite Brig des Bietschtaltunnels II ob St. German besonders  
ausgebildet werden.

Ausser diesen eigentlichen Lawinen hat die Linie  
an den häufigen gegen die Bahn geneigten glatten Fels-  
hängen vielerorts mit kleinern Schneerutschen zu rechnen,  
die in Einschnitten, besonders bei frischem Schnee, auf  
das Planum geraten. Sie werden durch Schneeschutzwände,  
sowie nachträglich ausgeführte Erhöhung der Futtermauern  
über den Verschnitt mit der Böschung hinaus, zurückgehalten.

*Steinschlag* trat in den meisten erwähnten Lawinen-  
zügen ebenfalls auf und die dortigen Schutzbauten dienen  
auch zur Abwehr dieser Nebenerscheinung. Am stärksten  
kam Steinschlag im *Marchgraben* vor (vergl. S. 228). Dort  
war anfänglich vorgesehen, den Lawinenzug mittels eines  
Lehnviaduktes zu kreuzen. Von Zeit zu Zeit beinahe  
bergsturzartig auftretender Steinschlag zwang jedoch, die  
Linie in den Berg hinein zu verlegen. Das Südportal des  
Marchgrabentunnels musste, um der Gefährdung zu ent-  
gehen, ziemlich weit herausgezogen und durch Wände aus  
Schienen und Schwellen geschützt werden.

Auch im Rhonetal kam im Frühjahr und bei nasser  
Witterung Steinschlag vor, so z. B. bei Station Hoh-  
tenn, in der sogen. Rarnerkumme ob Raron (Km. 42,5 bis 43,0),

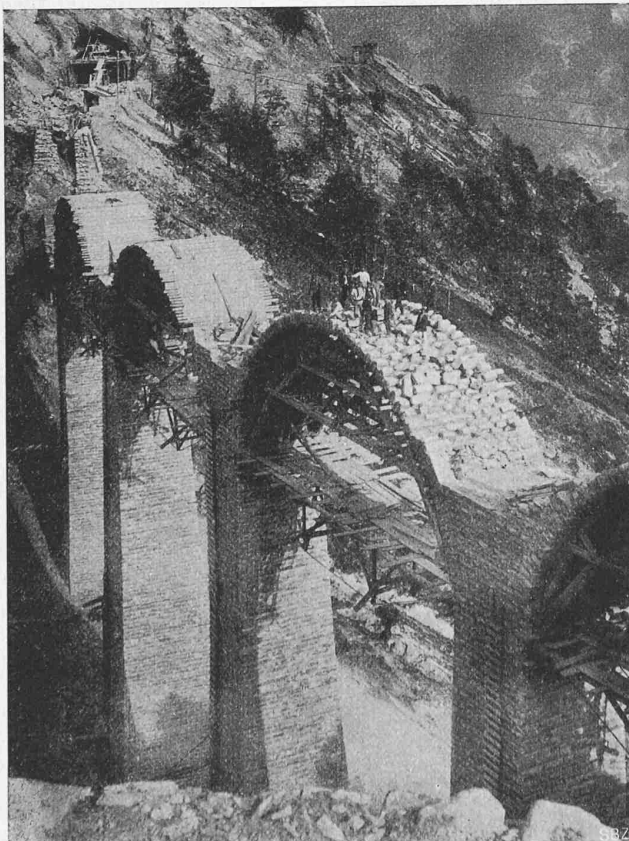


Abb. 21. Lüegelkinn-Viadukt im Bau.

wo die Bahn dünnen Schieferschichten folgt; überall wurden  
teils beim Bau, teils nachträglich Schutzwände erstellt. So-  
dann zeigte sich Steinschlag namentlich in den sogen.  
Munder- und Naterser-Triesten, zwischen Station Lalden und  
Brig. Hier liegt die Bahn meist in sehr steil gegen das  
Rhonetal abfallenden Gneisschichten, die teils in sich selber  
zusammengknickt, teils von Bergsturzmaterial überdeckt  
sind. Besonders bei Km. 55,8 mussten nachträglich durch  
den Bahndienst ausgedehnte Untermauerungen gefahrdrohen-  
der Block- und Felspartien vorgenommen werden.

Durch die Lehnführung der Bahn wurden vieler-  
orts die darüberliegenden *Waldungen*, deren Nutzung durch  
Schleifen vor sich ging, vom Tale abgeschnitten. Die zahl-  
reichen, oft kostspieligen Durchlässe der Reistzüge ge-  
nügten z. T. nicht, um einen freien gegenseitigen Verkehr  
von Bahn und Waldwirtschaft zu sichern. Ein Reistregle-  
ment und zahlreiche Rechtsablösungen, sowie Schutzbauten  
müssen das Uebrige tun.<sup>1)</sup>

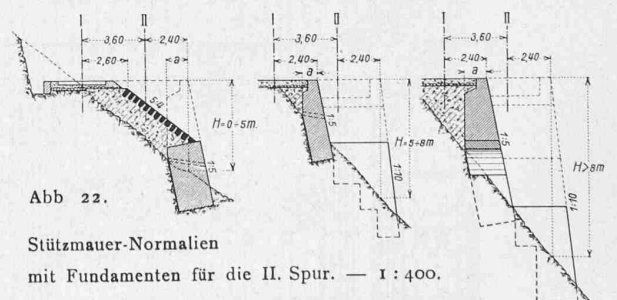
### Gefährdung des unterhalb der Bahn liegenden Geländes.

Bei der Steilheit der Hänge war es oft schwierig,  
namentlich bei Inangriffnahme der Anschnitte, das Abtrags-  
material; besonders bei Felssprengungen, auf Bahnhöhe zu  
halten. An vielen Orten zeugen davon heute noch von  
der Bahn bis in die Rhoneebene reichende Schutthaldden.  
Kostspielige Landentschädigungen waren natürlich die Folge.  
Im Bietschtal, im Baltschiedertale und im Mundbache musste  
das abstürzende Material durch Verbauungen und Sperren  
am Abgeschwemmtwerden verhindert werden.

### Schwierigkeiten der Fundierungen.

Nur wenige Strecken gestatteten die Anschüttung von  
Dämmen. Meist bedingte die Neigung des Geländes tal-  
seitig Stützmauern. Die obersten Felsschichten erlaubten  
selten ein sicheres Abstellen und es mussten tiefere Schichten  
dazu abgedeckt werden. In Bergschutt und Bergsturz mussten  
oft ganz beträchtliche Tiefen eröffnet werden, um sicheres  
Auflager zu erhalten und um unter die meist parallel zur  
Oberfläche verlaufenden Rutschflächen zu gelangen. So  
musste z. B. ein Vorpfeiler (II. Spur) der Stützmauer im  
Ijollitale bis 15 m tief fundiert werden. Wo der Baugrund  
weiter nicht zu Bedenken Anlass gab, wurde die Fundie-  
rungstiefe so bemessen, dass das Vorland 3 bis 4 m betrug.

Entsprechend dem Bundesbeschlusse vom 24. Sep-  
tember 1907 betr. Subventionierung der Lötschbergbahn  
ist in den Stützmauernormalien auf die künftige zweite Spur  
Rücksicht genommen (Abb. 22).<sup>2)</sup>

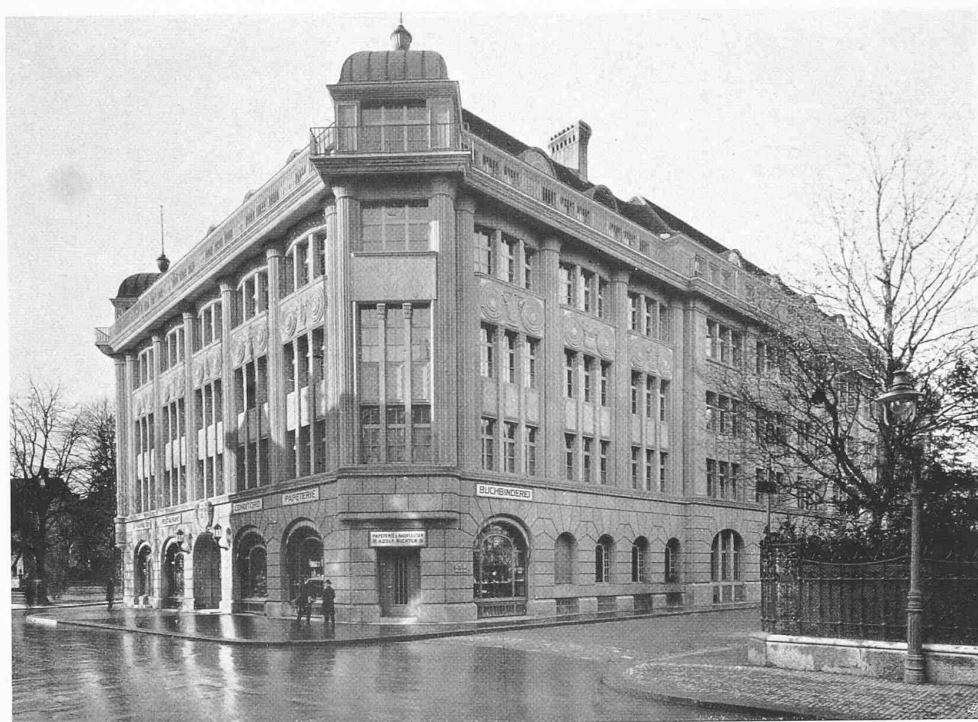


### Rutschungen.

Wir haben eingangs die Lage der Bahn zum Streichen  
und Fallen der Felsschichten erwähnt. Es liegt auf der  
Hand, dass dieses Verhältnis mancherorts eine Rutschge-  
fahr bedingte, die beim Anschneiden der gegen das Planum  
einfallenden, beinahe parallel zur Bahnaxe und zur Ober-  
fläche streichenden Felsbänke sich äussern musste. Wo so  
verlaufender Fels von Bergsturzmaterial und Gehängeschutt  
überlagert ist, besteht leicht die Möglichkeit eines Ab-  
rutschens auf der geneigten Felsunterlage, wenn das Gleich-  
gewicht gestört wird, besonders wo Wasserzutritt mitwirkt.

<sup>1)</sup> Vergl. «Gebirgswälder u. Eisenbahnen», Bd. LXI, S. 83 (Febr. 1913).

<sup>2)</sup> Vergl. auch: Dr. A. Zollinger, a. a. O.



VEREINSHAUS Z. KAUFLEUTEN, ZÜRICH — ARCH. BISCHOFF & WEIDELI



Seite / page

236 (3)

leer / vide /  
blank

*Felsrutschungen.*

Wo Bahnaxe und Streichen nicht ganz parallel sind und wo nicht Querklüfte den Zusammenhang der Schichten allzuoft unterbrechen, konnten Anschnittböschungen von 1:5 bis 1:10 von ziemlicher Höhe erreicht werden. Wo aber Bahn und Streichen annähernd gleiche Richtung hatten, oder die Schichten häufigere und durchgehende Querklüfte aufweisen, musste die Höhe des normalen Anzuges bedeutend vermindert, vielfach sogar dieser ganz aufgegeben und der Anschnitt nach einer ungefähr auf den bergseitigen Planumrand fallenden Schicht abgeböschet werden. Dadurch entstanden mitunter ganz beträchtliche Abtragsquerschnitte. Bei Km. 53,7 und 54,5 z. B. (unterhalb Station Lalden), wo bald nach Inangriffnahme erfolgte Schlipfe das ganze Abtragen der Gneisschichten als nötig erkennen liessen, erreichten solche eine Fläche von 300 bis 400 m<sup>2</sup>, was bei dem hohen Abtragspreise von 4,35 Fr./m<sup>3</sup> einschl. Transport, wozu dann noch talseitig ziemlich beträchtliche Stützmauern kamen, zu hohen Erstellungskosten des laufenden Meters führte.

Fast durchwegs mussten wenigstens die obersten Schichten ganz abgetragen werden, besonders wo die Ueberlagerung aus Wiesland bestand, das nach Walliserart durch sogen. „Bisses“ bewässert wird. Das Wasser hat mit den Jahren die obere Schichtfugen ausgewaschen und die Kohäsion gelockert. In grösseren Tiefen war letztere gewöhnlich noch erhalten.

Wenn es in vielen Fällen von vorneherein nicht zweifelhaft war, ob normale Böschungen oder nur vollständiger Abtrag möglich war, so war die vorgängige Beurteilung, wie tief nach der Schichtung abgetragen werden musste und wie hoch die Normalböschung angewendet werden könne, oftmals nicht leicht. Manchmal war hier der dem selbstverständlichen Bestreben zu sparen entspringende Versuch, möglichst hohe Normalböschungen zu erstellen, von Erfolg gekrönt. Der Fels erwies sich oft als standfest, doch war auch an manchen Stellen das Gegenteil der Fall. So stürzte im September 1910 die Gneisbänke des Vor-

das Dorf Hohtenn bedrohte.<sup>1)</sup> Auch ein Arbeiter kam dabei ums Leben. Ein ähnlicher Schlipf kam auch in dem kleinen, an der Linie ob Rarnerkumme gelegenen Steinbruche vor. Ebenfalls in diese Kategorie gehört der allerdings nicht während des hier besprochenen Baues erfolgte Zusammensturz des Steinbruches im sogen. „Riedgarten“ ob Raron im August 1915.<sup>2)</sup>



Abb. 23. Felsrutschung bei Hohtenn, am 7. Januar 1913.

*Rutschungen in Schuttkegeln, Bergsturz- und Erdhalden.*

Die auf der Südrampe von der Lötschbergbahn befahrenen Lehnen sind meist sehr trocken, was mit den geringen Niederschlagsmengen des Wallis zusammenhängt (600 bis 700 mm jährlich). Diese sind mit Ursache der Steilheit der natürlichen Böschungen und ihrer Trockenheit ist es zu verdanken, dass trotz der Steilheit der Hänge in diese hinein gebaut werden konnte. Der Verlauf der Felsschichten andererseits erleichtert das Abrutschen des aufgelagerten Materiales der Schuttkegel, Bergstürze und des Abwitterungsschuttes. An manchen Stellen, wo, wie z. B. in den Triesten von Mund und Naters, der Fels nur wenig tief unter der Erdböschung streicht, musste er ober-

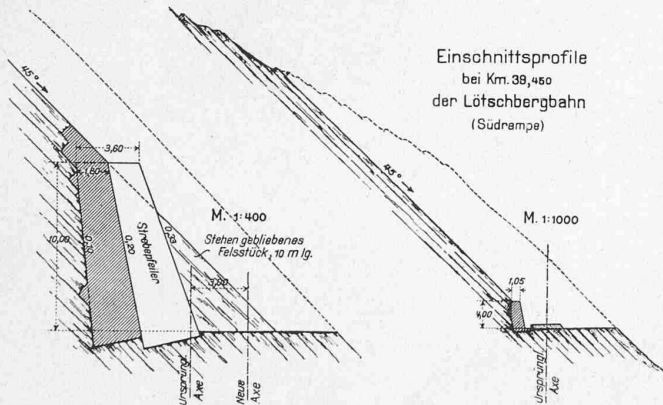


Abb. 24. Ausführung vor der Rutschung. Ursprüngliches Projekt.

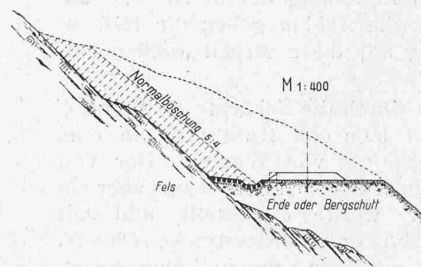


Abb. 25.

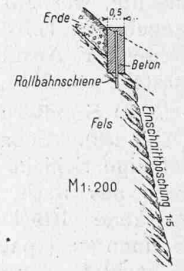


Abb. 26.

Massnahmen zur Verhütung des Abrutschens von Bergschutt.

einschnittes Seite Brig des 88 m langen Mundbachtunnels (letzter Tunnel vor Brig) samt dem ersten ausgebrochenen, noch auf Holz stehenden Tunnelring ein. Aehnliche grössere und kleinere Felsrutschungen kamen im Gneis noch mehrfach vor.

Häufiger waren solche Rutsche im Kalk, besonders in der Nähe von Hohtenn, wo die Kalkbänke dünn geschichtet, die Schichtflächen eben und infolge des feinen Kornes des Gesteines glatt sind. Zwischen den Schichten liegt dort ein dünner, manchmal papierdünner Lettenbesteg, der bei Regen oder Schneeschmelze förmlich zum Schmiermittel wird. Am 7. Januar 1913 erfolgte bei Kilometer 39,4/5, unmittelbar vor Station Hohtenn ein solcher Rutsch, wobei etwa 7000 m<sup>3</sup> auf das fast fertige Planum zu liegen kamen (Abbildungen 23 und 24), grosse Mengen noch den Abhang hinunterkollerten und ein Block sogar

halb des Planums durch Abtragen grosser Kubaturen blosgelegt werden, da sonst die Böschung bei Regen und Schnee darauf abrutschte (Abb. 25). In diesem Zusammenhange sei erwähnt, dass die den Felsbänken vielfach aufgelagerte, nur selten mächtige Humusschicht am oberen Böschungsrande mit Erfolg durch kleine, mittels in den Fels eingelassenen Eisenstangen verankerten Betonmüeren abgestützt wurde (Abb. 26).

Daneben kamen aber ernstere Rutschungen vor, von denen jene am Stockgraben (vergl. S. 239) die Bauorgane am meisten beschäftigte. Die am Schintigrat, über 3000 m ü. M.

<sup>1)</sup> Vergl. Bd. LXI, Seite 147 (15. März 1913).

<sup>2)</sup> Bd. LXVI, Seite 94 (21. August 1915). Der Steinbruch „Riedgarten“, der ausgezeichneten Stein für den Bau lieferte, liegt ganz abseits der Bahn an der ehemaligen Dienstbahn. Durch den Sturz wurde die Bahn, die dort tief im Tunnel liegt, nicht berührt.

anbrechende Stockgrabenlawine stürzt oberhalb der Bahnlinie über eine hohe, fast senkrechte Felswand zu Tal. Am Fusse dieser Wand hat sich bis zur Lonza ein mächtiger Schuttkegel gebildet, den das Bahntracé durchquert. Auf ihm wurde die 48 m lange, weiter oben erwähnte Galerie nach Abb. 14 erstellt. Da im Lötschentale die Dienstbahn dem definitiven Tracé folgte, wurden zu ihrem Schutze, vorgängig dem übrigen Baubeginn, die beiden Galerien im Stock- und Schintgraben im Herbst 1908 in Angriff ge-

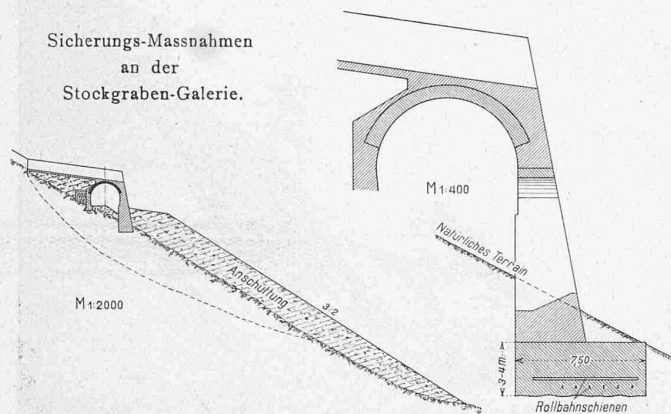


Abb. 30. — Masstab 1 : 2000.

Abb. 27. — 1 : 400.

nommen. Die Oberfläche des Stockgrabenschuttkegels besteht aus Blöcken, zwischen denen man auf sandigem Kies mit Blöcken, etwas kleiner als die der Oberfläche, hinabfundierte. Im Herbst 1909 zeigten sich plötzlich Risse, vorerst Längsrisse, in der Abdeckung, sowie entsprechende Vertikalrisse in den Leitmauern über den Gewölbestirnen. Eine allgemeine Bewegung der Galerie machte sich bald bemerkbar, was die Bauleitung nach und nach zu folgenden Sicherungsmassregeln veranlasste:

a) Unterfangung des ganzen talseitigen Widerlagerfundamentes mittels einer armierten Betonsohle nach Abbildung 27 zur besseren Verteilung und Herabsetzung der spezifischen Fundamentpressungen von rund 5 auf 2 kg/cm<sup>2</sup>. Es zeigte sich aber bald, dass diese Fundamentverstärkung die Bewegung mitmachte, weshalb nach Erstellung der in Abb. 28 angegebenen Teilstücke (die Zahlen geben die Reihenfolge der Ausführung an) diese Arbeit wieder eingestellt wurde.

b) Sondierungen durch die Schächte A, B und C (Abb. 28). Schacht A kam auf Kote 1195 in eine lehmige Schicht mit Spuren von Wasser. Der von hier aus nach H getriebene Stollen kam aber in trockene Blöcke; er wurde eingestellt und mit Steinen ausgepackt, ebenso die Förderstrecke A bis N. Schacht B, der schon auf Kote 1200 in Lehm geriet, traf bei 1194 fließendes Wasser. Da die Stelle wegen der Galerie selbst, deren geplästerte Abdeckung vor Winteranfang (es war November) fertig gestellt sein sollte, ungünstig war, wurde der Schacht wieder eingefüllt und der Wasserlauf sofort von Schacht C aus durch einen auf 1186 angesetzten Stollen nach den Normalien der B. L. S.<sup>1)</sup> gesucht und gefunden. Es wurde festgestellt, dass der jeweilen im Frühjahr aus dem Stockgraben über den Schuttkegel fließende kleine Bach, der jedoch nach der Schneeschmelze gänzlich verschwand, nicht ganz eingetrocknet war, sondern bei geringer Wassermenge nur in den Fels-

1) Abbildung 29. Es empfiehlt sich, nebenbei bemerkt, bei so langen Stollen ein etwas höheres Profil zu wählen. Wenn auf der Sohlenschwelle für die Schubkarren ein Brett gelegt oder die Sohle betoniert ist, bleiben dem fördernden Arbeiter höchstens 135 bis 140 cm Höhe frei. Die Arbeit ist dann, namentlich wenn noch Wasser aus der First zufließt, so mühsam, dass die Ersparnis an Kubatur durch die Minderleistung verschwindet.

klüften und an der Spitze des Schuttkegels versiegt. Der Zusammenhang wurde durch Fluorescinvorsuche bestätigt.

Der Verlauf des Stollens ist in Abb. 28 dargestellt. Die Abzweigungen DJE und JM folgten aufgefundenen Wasseradern. JE verlief trocken. In K und M wurde der Fels angefahren, auf dem Wasser in die Tiefe sickerte. Ihm entlang wurde der Stollen, dessen Sohle und bergseitiger Stoss zum bessern Abfangen des Wassers in den Felsen eingesprengt wurden (Abb. 29), bis L und G geführt. ML war trocken, G ebenfalls. Das Streichen des angefahrenen Felsens (krist. Schiefer) ist N. 80° O. bis O.-W., sein Fallen senkrecht. Die Tangente an die Bahnaxe in Objektmittle verläuft ungefähr N. 35° O. Diese Entwässerungsarbeiten kamen auf rund 50 000 Fr. zu stehen.

c) Abfangen des Baches am Fusse des Felsabsturzes des Stockgrabens (etwa 1300 m ü. M.) und seitliches Ableiten bis in den gemauerten Bahngraben, wobei ein alter Bergwerksstollen gute Dienste leistete.

d) Herstellung eines Gegengewichtes durch Anschüttung von Material aus dem grossen Lötschbergtunnel vor dem in Bewegung befindlichen Kegelteil, nachdem durch Beobachtung mehrerer ober- und unterhalb der Galerie abgesteckter Geraden festgestellt war, dass nicht der ganze Kegel, sondern nur eine Schale in Bewegung sei (Abb. 30). Hierzu wurde das Mundloch des Entwässerungsstollens von O nach P verlegt (Abb. 28).

Ende 1911 wurde das Gewölbe der Galerie, das zu sehr zerrissen und deformiert war, abgetragen. (Abb. 31 und 32). Vorgesehen war eine neue, leichtere Galerie aus armiertem Beton. Um aber vorerst die Wirkung der ausgeführten Sicherungsarbeiten abwarten und beobachten zu können, entschloss sich die Bauleitung, unter Benützung der alten Widerlager, vorerst eine provisorische Galerie aus Holz herzustellen (Abb. 33 und 34) und später erst,

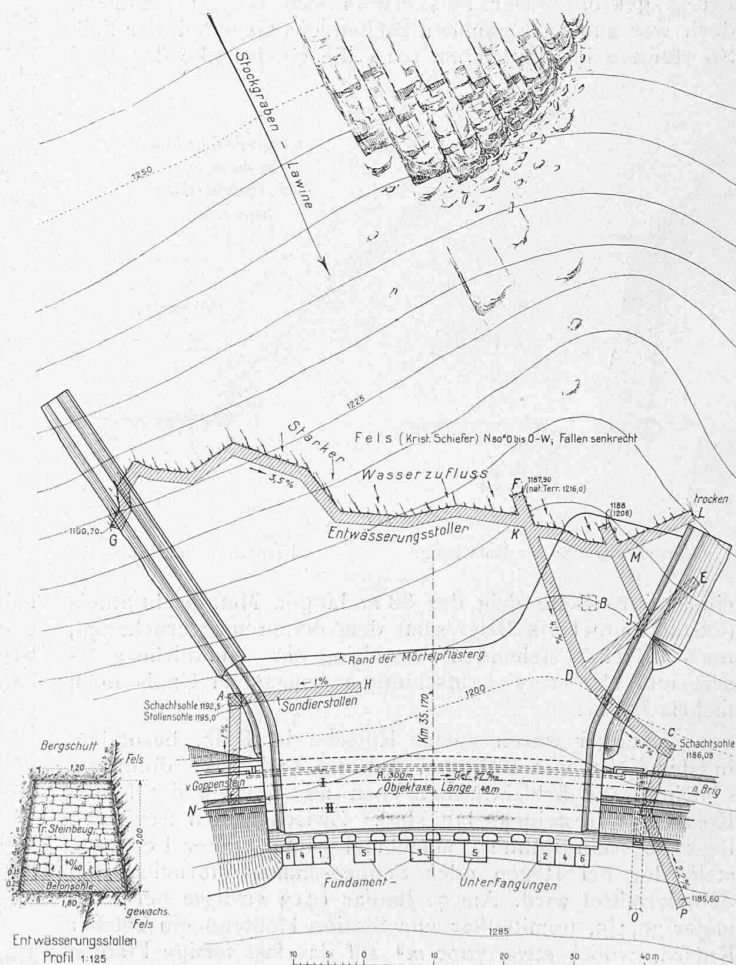


Abb. 29.

Abb. 28. Stockgraben-Galerie. — Lageplan 1 : 1000.

wenn mit Bestimmtheit die Beruhigung des Schuttkegels konstatiert sein wird, ein definitives Bauwerk zu erstellen. Die provisorische Galerie dient nun dem Betriebe und hat bis jetzt keine Bewegung gezeigt.

Es sei hier erwähnt, dass auch die Frage einer radikalen Abhilfe durch Erstellung eines Tunnels, der die Schuttkegel der Roten Lawine und des Stockgrabens im anstehenden Felsen umfahren hätte, studiert worden war. Da



Abb. 31. Stockgraben-Galerie, Portal Seite Brig Ende 1911.

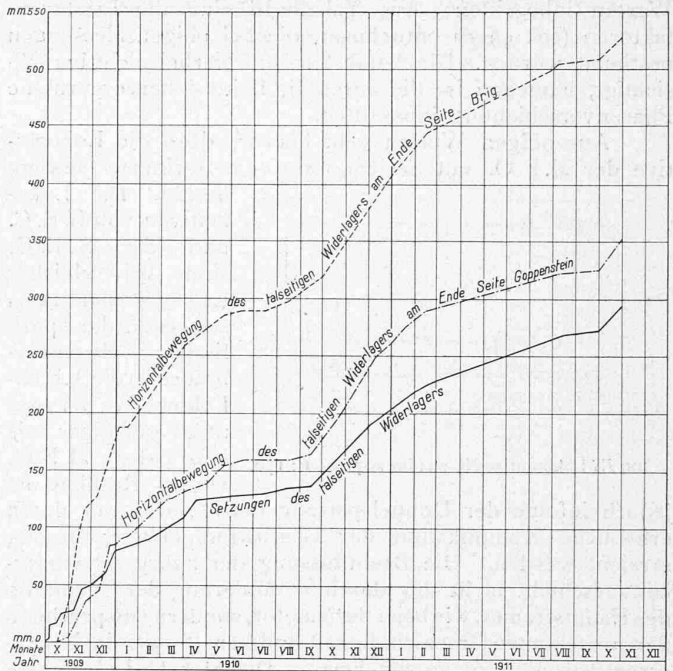


Abb. 32. Diagramm der Bewegungen der Stockgraben-Galerie.

die Mehrkosten aber, nach Abzug der noch auszuführenden Arbeiten, am Stockgraben noch rund 600 000 Fr. betragen hätten, wobei die Schintigrabengalerie noch nicht vermieden gewesen wäre, wurde, wie an andern Stellen, auf die wir noch zu sprechen kommen werden, darauf verzichtet. Die Kosten der Sicherungsarbeiten, die provisorische Galerie inbegriffen, belaufen sich auf rund 180 000 Fr., die ursprüngliche Galerie selber stellte einen Bauwert von rund 160 000 Fr. dar, wovon die jetzt noch benützten Teile ungefähr die Hälfte ausmachen.

Bei der nach gleichem Typ und in ähnlichen Verhältnissen gebauten *Schintigrabengalerie* (S. 227), zeigten sich bald nach Vollendung wohl einige kleine Risse, die sich aber, sobald der im Frühjahr über die Galerie fließende Bach oberhalb des Objektes eine Strecke weit in eine gemauerte Schale gefasst worden war, nicht mehr erweiterten. Aber sie zeigten, dass auch hier die Gleichgewichtsgrenze beinahe erreicht ist. (Forts. folgt.)

### Der elektrische Betrieb auf den Linien des Engadin.

Von H. Haueter, Ingenieur, Bern.

Um den Lesern der „Schweizerischen Bauzeitung“ über die Durchführung der Elektrifizierung der Engadiner Strecken der Rhätischen Bahn, insbesondere über die Abnahmeversuche der Lokomotiven eine, der Wichtigkeit der Anlagen angemessene, zusammenhängende Berichterstattung

zu bieten, sind auf Grund der von der Direktion der Rhätischen Bahn herausgegebenen, auf Seite 131 des letzten Bandes bereits kurz besprochenen Denkschrift die nachstehenden Angaben zusammengestellt worden.

Bekanntlich wurden die Engadinerlinien für Einphasenwechselstrom von 10 000 Volt und  $16\frac{2}{3}$  Perioden ausgebaut, nachdem reifliche Ueberlegungen, speziell unter Berücksichtigung der spätern Ausdehnung des elektrischen Betriebes auf das ganze Netz, dieses Stromsystem als das vorteilhafteste erscheinen liessen. Die Tatsache, dass die von Brown, Boveri & Cie., der Maschinenfabrik Oerlikon und der A. E. G. gelieferten elektrischen Lokomotiven nach den gleichen Grundlagen erstellt wurden, ermöglicht sehr interessante Vergleiche. In Tabelle I sind die Gewichte der im Betriebe befindlichen Lokomotiven zusammengestellt<sup>1)</sup>, während die drei beigegebenen Typenskizzen deren Abmessungen und Gewichte erkennen lassen. Die A. E. G.- und die M. F. O.-Lokomotiven von 600 PS-Leistung sind gleicher Bauart wie die M. F. O.-Lokomotive von 800 PS. Die unbedeutenden Massabweichungen sind aus Tabelle I ersichtlich. Tabelle II enthält die Ergebnisse der Messfahrten, die Werte der verbrauchten Wattstunden pro Bruttotonnenkilometer. Da die elektrischen Messinstrumente in die abgehende Leitung der Uormerstation Bevers eingebaut waren, sind die Energieverluste von Fahr- und Speiseleitung und der Schienenrückleitung in den angegebenen

<sup>1)</sup> Die Angaben über die später gelieferte 800 PS-Lokomotive der M. F. O. sind einer Publikation dieser Firma entnommen.



Abb. 34. Prov. Holzgalerie im Stockgraben-Lawinezug.

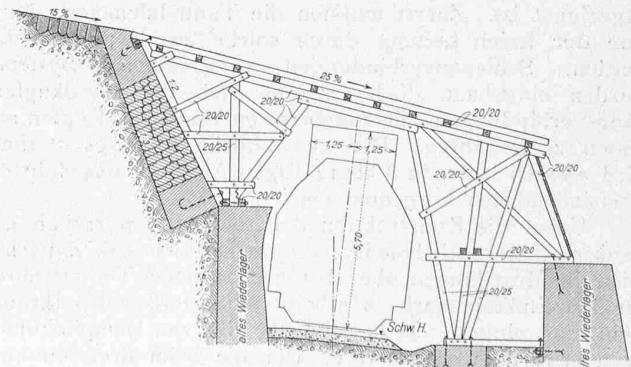


Abb. 33. Prov. Holzgalerie im Stockgraben. — 1 : 200.